

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 7月19日

出 願 番 号

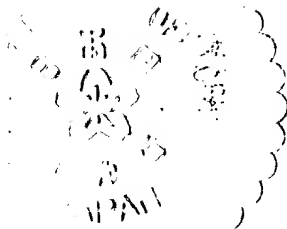
Application Number:

特願2000-218163

出 願 人

Applicant(s):

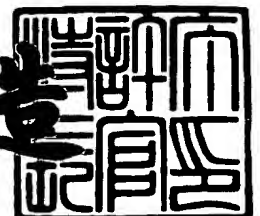
キヤノン株式会社



2001年 8月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3071428

【書類名】 特許願

【整理番号】 4166019

【提出日】 平成12年 7月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/42  
H01L 27/00  
H01L 31/00

【発明の名称】 面型光素子、面型光素子実装体、その作製方法、および  
それを用いた光配線装置

【請求項の数】 21

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会  
社内  
【氏名】 尾内 敏彦

【発明者】  
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会  
社内  
【氏名】 廣瀬 太

【特許出願人】  
【識別番号】 000001007  
【氏名又は名称】 キヤノン株式会社  
【代表者】 御手洗 富士夫

【代理人】  
【識別番号】 100086483  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 加藤 一男  
【電話番号】 0471-91-6934

【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 012036

特 2 0 0 0 - 2 1 8 1 6 3

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704371

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】面型光素子、面型光素子実装体、その作製方法、およびそれを用いた光配線装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】発光または受光が可能な面型光素子であって、光導波体を該面型光素子との光結合が可能なように差し込んで固定するためのガイド穴を、該面型光素子の表面に、光感光性あるいは電子ビーム硬化性を持ちホトリソグラフィでパターンニングすることで選択的に硬化が可能な厚膜材料で形成してあることを特徴とする面型光素子。

【請求項 2】前記厚膜材料はポリマー化が可能な厚膜レジストである請求項 1 記載の面型光素子。

【請求項 3】前記厚膜材料あるいは厚膜レジストの厚さは  $10\ \mu\text{m}$  から  $1000\ \mu\text{m}$  である請求項 1 または 2 記載の面型光素子。

【請求項 4】前記厚膜材料あるいは厚膜レジストは、前記光導波体のサイズより小さく光のみが透過できる穴を形成した第 1 層と、該第 1 層上に形成され該光導波体を固定するためのガイド穴を形成した第 2 層から成り、第 1 層の厚さで前記面型光素子と該光導波体の端面の距離を規定している請求項 1、2 または 3 記載の面型光素子。

【請求項 5】前記厚膜材料あるいは厚膜レジストで形成したガイド穴は、該光導波体の外形に合わせてある部分のみを形成している請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の面型光素子。

【請求項 6】前記厚膜材料あるいは厚膜レジストで形成したガイド穴は、該光導波体の外形に合わせてある部分とともに、その外形とは異なる溝パターンをも形成している請求項 1 乃至 4 の何れかに記載の面型光素子。

【請求項 7】前記ガイド穴の光導波体の外形に合わせてある部分と溝パターンは連続して形成されている請求項 6 記載の面型光素子。

【請求項 8】前記面型光素子は複数アレイ化され、それに対応してガイド穴も共にアレイ化して形成されている請求項 1 乃至 7 の何れかに記載の面型光素子。

【請求項 9】前記複数の面型光素子は面型発光素子のみ、面型受光素子のみ、あるいは面型発光素子と面型受光素子の組み合わせである請求項 8 記載の面型光素子。

【請求項 10】前記面型光素子は垂直共振器型の面発光レーザである請求項 1 乃至 9 の何れかに記載の面型光素子。

【請求項 11】前記面発光レーザは、活性層、共振器層、およびブラッグ反射ミラー層のみの機能層が残されている請求項 10 記載の面型光素子。

【請求項 12】前記面型光素子は、成長基板を除去或いは薄膜化して薄膜型になっている請求項 1 乃至 10 の何れかに記載の面型光素子。

【請求項 13】前記面型光素子は、成長基板がそのまま残されている請求項 1 乃至 10 の何れかに記載の面型光素子。

【請求項 14】請求項 1 乃至 13 記載の面型光素子が、実装基板に、駆動が可能のように電氣的接続を有して実装され、前記ガイド穴に光導波体を固定して成ることを特徴とする面型光素子実装体。

【請求項 15】前記実装基板は、他の光素子あるいは電子素子をハイブリッドに集積することができ、ヒートシンク機能を持つ実装基板である請求項 14 記載の面型光素子実装体。

【請求項 16】前記面型光素子が複数アレイ化され、光導波体も同時にアレイ化してなる請求項 14 または 15 記載の面型光素子実装体。

【請求項 17】前記光導波体は、ポリマーを含む光ファイバで構成される請求項 14、15 または 16 記載の面型光素子実装体。

【請求項 18】前記光導波体は、石英を含む光ファイバで構成される請求項 14、15 または 16 記載の面型光素子実装体。

【請求項 19】請求項 14 乃至 18 の何れかに記載の面型光素子実装体を作製する方法において、ウエハ状の実装基板に配線パターンを形成する工程、少なくとも 1 つの面型光素子を逐次、実装基板の複数箇所に、実装する工程、各面型光素子上に厚膜材料でガイド穴を形成する工程、必要な電子デバイス等を必要な位置に逐次フリップチップ実装した後に必要な大きさの実装体に複数切り出す工程、最後に光導波体をガイド穴に差し込んで固定する工程を含むことを特徴とす

る面型光素子実装体の作製方法。

【請求項 2 0】電子機器内のボードに接続リードを介して実装して、ボード間の信号の授受を光で行う光配線装置において、請求項 1 4 乃至 1 8 の何れかに記載の面型光素子実装体に面型光素子駆動用電子回路も集積化しており、電気的接触を得るための接続リードを固定する台座に該光実装体を実装して光接続モジュールを構成していることを特徴とする光配線装置。

【請求項 2 1】請求項 1 4 乃至 1 8 の何れかに記載の面型光素子実装体を面型光素子駆動用電子回路上に実装して電気コネクタ内に収めて、該駆動用電子回路への電気接続を脱着可能なコネクタ用の接続ピンで行い、電子機器同志の信号の授受を光で行うことを特徴とする光配線装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ファイバなどの光導波体を光学的に結合できる面型光素子、面型光素子と光導波体を低コストで光学的に結合した光実装体、その作製方法、およびそれを用いた光配線装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、高速光接続のための光モジュールが開発されている。しかし、光素子と光ファイバなどの光伝送体との結合に関しては、特に、低コスト化、高性能化などの観点から課題が多い。

【 0 0 0 3 】

光素子として、受光素子では、作製の容易性や感度などの点で面型の素子が主に使用されているが、光ファイバと該面型素子の主面とで光結合させる場合に、受光素子を動作させないでアライメントするパッシブアライメントが低コスト化のためには必須である。そのための手法として、一般には固定部材を作製して組み立てるという方法が用いられている。しかし、固定部材の機械精度が要求され、その弾性係数や熱膨張係数などに制約があり、また部品点数も多くなるために、コスト低減が困難であった。特に、コスト低減のためにプラスチックモール

ドなどを用いると、光結合の歩留まりや長期信頼性に欠けるという問題点がある。

#### 【0004】

発光素子においても、基板面から垂直に光出射を行う垂直共振器型面発光レーザが、光伝送モジュールの低消費電力化、低コスト化の観点で改善できる可能性があり、盛んに研究されている。該面発光レーザでは、1mA以下の低しきい値で駆動でき、ウエハレベルの検査が可能で、へき開精度を必要としないため、低コスト化が可能である。このような面発光レーザと光ファイバとの光結合においても上記と同様な問題が生じている。

#### 【0005】

そこで、光ファイバとの結合のためのガイド穴をホトリソグラフィの精度で作製する方法が提案されている。例えば特開平8-111559号公報では、図11に示すように、面型受光素子もしくは発光素子を作製した基板1021側に光ファイバ1037を固定するための穴をエッチングにより形成するものが開示されている。尚、図11において、1022は光吸収層、1023と1027はDBRミラー、1024と1026はクラッド層、1025は活性層、1028はコンタクト層、1032はSiO<sub>2</sub>層、1033と1035は電極、1036は反射防止膜である。

#### 【0006】

また、特開平6-237016号公報にも、図12に示すように、面発光レーザ1203の裏面側に、基板をエッチングしたガイド穴1209を形成して光ファイバ1210を固定する方法が開示されている。これらの場合、部品点数を減少させることができ、組み立ても非常に簡単なので、低コスト化が可能である。尚、図12において、1201は電子回路基板、1202は発光チップ、1204はトランジスタ、1205と1206と1207はトランジスタ電極、1208は絶縁層、1211は接着剤である。

#### 【0007】

しかしながら、基板に穴を開ける方法では、光ファイバと受光部あるいは発光部との距離の制御が難しく、ファイバを結晶に突き当てたときに結晶にダメージ

が入るために素子を劣化させてしまう恐れがあった。そこで、特開平6-237016号公報の発明では、ガイド穴1209に順テーパ形状をつけてファイバが結晶面と接触しない様にガイド穴先端の径を小さくしたり(図12参照)、完全にエピ層までエッチングせずに基板をわずかに残した状態でエッチングを止めるなどの方法が用いられていた。

#### 【0008】

一方、面型光素子が形成された表面側にファイバ固定用の部材を直接固定して、光ファイバを実装する方法も提案されている。例えば、特開平11-307869号公報においては、図13に示すように、面発光レーザ素子2018の表面にファイバ固定部材2014を嵌合させるための突起2022、2023を設け、面発光レーザ2018の発光部に対応する位置にガイド穴を構成したものが開示されている。尚、図13において、2012はモジュール基板、2016は光ファイバ、2024はファイバ挿入孔、2026と2027はガイド孔である。

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとしている課題】

しかしながら、エッチングでガイド穴を作製する場合、その深さは通常100 $\mu$ m以上になるため、テーパ形状や穴径の制御性には問題があり、歩留まりを向上させることは困難であった。また、基板を残す場合には基板での光の吸収の問題があって、使用できる波長帯には制限があった。

#### 【0010】

一方、光ファイバ固定用ブロックを用いる場合では、上記のような作製上の問題は生じないが、部品点数とその加工工程が増えてしまうために、必ずしも低コスト化ができなかった。

#### 【0011】

このような課題に鑑み、本発明の目的は、光ファイバなどの光導波体を固定するガイド穴を形成して、部品点数の増加やプロセス制御性の向上を必要とせずに、光導波体と面型光素子のアライメント精度を向上させ、このことから、光導波体の固定作業も容易にして生産性を向上させ、低コスト化を図り、更に、面型光素子と光導波体の間の距離を自由に設定でき、実装の容易性、自由度を向上させ



る構造を提供することにある。さらに、このような実装するための構造体を量産できる作製方法、低コスト化が可能な光実装体、およびこれを用いた光配線装置を提供することにある。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段および作用】

本発明の面型光素子においては、面型光素子の表面に厚膜材料により直接ホトリソグラフィによって、ファイバなどの光導波体を差し込むためのガイド穴となる構造体を作り込むことで、上記課題を解決するものである。すなわち、本発明の発光または受光が可能な面型光素子は、光導波体を該面型光素子との光結合が可能なように差し込んで固定するためのガイド穴を、該面型光素子の表面に、光感光性あるいは電子ビーム硬化性を持ちホトリソグラフィでパターニングすることで選択的に硬化が可能な厚膜材料（ポリマー化が可能な厚膜レジストなど）で形成してあることを特徴とする。

#### 【0013】

前記厚膜材料ないし厚膜レジストの厚さとしては、 $10\mu\text{m}$ （これは石英シングルモードファイバのコア程度である）～ $1000\mu\text{m}$ （これはアクリル材料によるプラスチックファイバ(POF)のコア程度である）がよく、さらに望ましくは $50\mu\text{m}$ から $500\mu\text{m}$ 程度のものが好適に用いられる。ファイバなどの光導波体のサイズとして、 $125\mu\text{m}$ 程度から $1\text{mm}$ 程度までどのようなサイズでも適用可能である。厚膜材料ないし厚膜レジストは通常のホトリソグラフィ工程でプロセスを行うため、面型光素子とガイド穴中心位置を精度良く合わせることが簡単にできる。そのため、ガイド穴を形成した構造体をアライメントして接着する工程などを省くことができる。

#### 【0014】

穴径の制御性や形状制御も厚膜材料ないし厚膜レジストの特性から優れており、基板エッチングにより穴を開ける方法に比べて工程が簡単になる。

#### 【0015】

面型光素子については、面発光レーザや面型受光素子などが用いられ、実装基板に必要なチップサイズ、アレイ数の素子を実装してから成長基板を除去して薄

膜型にすることで、実装基板をハンドリング基板として用いることもできる。これにより、面型光素子のウエハから取り得る収率が増大して低コスト化することができる。

## 【 0 0 1 6 】

また、前記面型光素子は複数アレイ化され、それに対応してガイド穴も共にアレイ化して形成されたり、前記複数の面型光素子は面型発光素子のみ、面型受光素子のみ、あるいは面型発光素子と面型受光素子の組み合わせであったり、前記面型光素子は垂直共振器型の面発光レーザであったり、面発光レーザは、活性層、共振器層、およびブラッグ反射ミラー層のみの機能層が残されているものであったり、前記面型光素子は、成長基板を除去或いは薄膜化して薄膜型になっていたり、成長基板がそのまま残されているものであったりする。

## 【 0 0 1 7 】

ファイバなどの光導波体端面と面型光素子の距離については、厚膜材料ないし厚膜レジストを2層にして、1層目の厚みで距離をコントロールするようにすれば、制御性、自由度を向上させることができる。すなわち、前記厚膜材料あるいは厚膜レジストは、前記光導波体のサイズより小さく光のみが透過できる穴を形成した第1層と、該第1層上に形成され該光導波体を固定するためのガイド穴を形成した第2層から成り、第1層の厚さで前記面型光素子と該光導波体の端面の距離を規定する様にできる。

## 【 0 0 1 8 】

光導波体ガイド穴の形状についてもホトマスクの設計次第で自由に設定することができ、固定用接着剤の逃げを作り込んだり、光導波体とガイド穴が嵌合しやすいように設計すること（例えば、ガイド穴をテーパ状にする）も可能である。すなわち、前記厚膜材料あるいは厚膜レジストで形成したガイド穴は、該光導波体の外形に合わせてある部分のみを形成して成ったり、該光導波体の外形に合わせてある部分とともに、その外形とは異なる溝パターンをも形成して成ったり、この場合、前記ガイド穴の光導波体の外形に合わせてある部分と溝パターンは連続して形成されたりする。

## 【 0 0 1 9 】

更に、本発明の面型光素子実装体は、上記の面型光素子が、実装基板に、駆動が可能のように電氣的接続を有して実装され、前記ガイド穴に光導波体を固定して成ることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

前記実装基板は、他の光素子あるいは電子素子をハイブリッドに集積することができ、ヒートシンク機能を持つ実装基板であったりする。

【 0 0 2 1 】

前記面型光素子は複数アレイ化され、光導波体も同時にアレイ化し得る。前記光導波体は、ポリマーを含む光ファイバで構成されたり、石英を含む光ファイバで構成されたりする。

【 0 0 2 2 】

更に、本発明の上記の面型光素子実装体を作製する方法は、ウエハ状の実装基板に配線パターンを形成する工程、少なくとも1つの面型光素子を逐次、実装基板の複数箇所に、実装する工程、各面型光素子上に厚膜材料でガイド穴を形成する工程、必要な電子デバイス等を必要な位置に逐次フリップチップ実装した後に必要な大きさの実装体に複数切り出す工程、最後に光導波体をガイド穴に差し込んで固定する工程を含むことを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

更に、本発明の光配線装置は、電子機器内のボードに接続リードを介して実装して、ボード間の信号の授受を光で行う光配線装置であって、上記の面型光素子実装体に面型光素子駆動用電子回路も集積化しており、電氣的接触を得るための接続リードを固定する台座に該光実装体を面実装して光接続モジュールを構成していることを特徴としたり、上記の面型光素子実装体を面型光素子駆動用電子回路上に実装して電気コネクタ内に収めて、該駆動用電子回路からの電気接続を、脱着可能なコネクタ用の接続ピンで行い、電子機器同志の信号の授受を光で行うことを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

このように、厚膜レジストないし厚膜材料を用いて面型光素子と光導波体を結合させた光実装体を、電子回路と集積化させて、送受信を備えた光インターコネ

クション装置として用いることができる。その場合、電子回路ボード間の光配線、電子機器間の光接続などに利用でき、電磁放射ノイズを抑えながら1chあたり1Gbps以上で多チャンネルの大容量高速伝送を低コストで実現することができる。

## 【0025】

## 【発明の実施の形態】

以下に、図面を用いて本発明の実施例で発明の実施の形態を説明する。

## 【0026】

## (第1の実施例)

本発明による第1の実施例を斜視図である図1に示す。750 $\mu$ mピッチで4つにアレイ化された面発光レーザ5が、実装基板1に、共通電極2を介してボンディングされている。各素子5の素子分離溝が8で示され、発光点に相当する部分が6で示されている。面発光レーザ5を駆動するための電気配線は、共通電極用の配線10と独立駆動用の配線9が実装基板1上に形成されている。面発光レーザ駆動用の独立電極25が配線9と接続されている。また、面発光レーザ駆動用のドライバIC12が同一実装基板1上にフリップチップ実装されている。ドライバIC12は配線13により他の電子デバイス等に接続される。

## 【0027】

ガイド穴4に挿入する光ファイバとしては、500 $\mu$ m径のプラスチックオプティカルファイバ(POF)16が用いられている。POF16は、プラスチックモールドで形成されたV溝を持つ固定治具14と平坦治具15によりサンドイッチされて、接着剤17により固定されている。このV溝によって、POF16のピッチおよび中心位置の整列が行えるようになっている。POF16の先端は、固定治具14、15で形成される面よりも図1に示すように突き出た形になっており、本実施例では突き出し量を500 $\mu$ mとした。4本のPOF16は、固定治具14、15を用いて接着固定したあとナイフで一括切断して、端面を研磨により平坦化されている。平坦化はPOF16であることから、加熱された平坦面に押し付けて行なってもよい。また、適当な曲面形状にして、反射を防ぐとともに、レンズ効果が生じるようにしてもよい。

## 【 0 0 2 8 】

本実施例で用いたPOF 1 6 は、1 . 3  $\mu\text{m}$  帯まで伝送可能な全フッ素化ポリマーを用いたファイバ(旭ガラス製、商品名ルキナ)としたが、重水素化ポリマーを用いたものや、UV硬化樹脂を用いたものなど、材料には制限はない。また、コアを石英としたものや、すべて石英で構成されたファイバでも勿論よく、ファイバ径に応じてガイド穴 4 の径や固定治具 1 4 のV溝の形状を設計すればよい。

## 【 0 0 2 9 】

一方、本発明の特徴となる光ファイバ用のガイド穴 4 は、面発光レーザ 5 の各発光点 6 の中心が光ファイバ 1 6 のコア中心と一致するように、厚膜レジスト 3 で形成されている。図 1 では分かりやすいように透視斜視図としている。この厚膜レジスト 3 は、実装基板 1 上に直接スピナーなどで塗布して、ホトリソグラフィを行うことでパターン形成している。パターン合わせは、面発光レーザ 5 の表面に形成した電極 2 5 と合わせるマークをホトマスク上に形成しておけば、発光点 6 の中心とガイド穴 4 の中心を数  $\mu\text{m}$  以下の位置精度で一致させることができる。

## 【 0 0 3 0 】

本実施例では、厚膜レジスト 3 としてMicroChem社のSU8-50を用いた。スピナーにより200  $\mu\text{m}$  の厚さで塗布し、ホットプレート上において90℃でプリベークを行った。3mm×1mmの外枠サイズで、750  $\mu\text{m}$  ピッチで520  $\mu\text{m}$  の円形パターンを持つように、ホトマスクを用いて上記のようなパターン合わせを行いながら、アライナーで露光を行った。次に、再びホットプレート上で90℃で露光後ベークを行なった後、現像液によってレジストの現像を行った。現像後のリンスはイソプロピルアルコールで行い、溶剤を完全に蒸発させるためにオープンで90℃のベークを行った。以上のように厚膜レジスト 3 の工程は低温で行えるため、光素子 5 や電気コンタクトなどに損傷を与えることなく、ガイド穴 4 を形成できる、厚膜レジスト 3 としては、ここではSU8を用いたが、これに限定されるものではない。

## 【 0 0 3 1 】

接着材をガイド穴 4 に塗布した後、固定治具に固定されたPOF 1 6 を差し込む

ことで、容易に光結合が達成できる。接着材には、その屈折率をPOF16に近づけた材料で、熱硬化性または紫外線硬化性の光学接着剤を用いた。ファイバ端面でレンズ効果を持たせる場合には、屈折率が異なる材料を用いてもよい。また、面発光レーザ出射面には、反射を抑えるために $\text{SiO}_x$ などで無反射コーティング(不図示)を行ってもよい。

#### 【0032】

次に、1つの素子の断面図である図2(図4のA-A'断面)を用いて、面発光レーザ5とPOF16との結合部について説明する。

#### 【0033】

本実施例で用いた面発光レーザ5の詳細は後に説明するが、厚膜レジスト3の工程が行い易いように成長基板を除去して、機能層のみを転写して薄膜化した構造としている。機能層は、活性層を含む1波長共振器23をAlGaAs多層膜からなるp-DBRミラー22およびn-DBRミラー24で挟んだ構造となっており、厚さは約 $7\mu\text{m}$ である。p-DBRミラー22側に電流狭窄のためのエアポスト28を $15\mu\text{m}$ φの円形に加工し、周りはポリイミド27で埋め込んで平坦化している。活性層近傍には、Alモル分率が0.95以上のAlGaAs層のみを横方向に選択的に水蒸気酸化して $\text{Al}_x\text{O}_y$ 層29を形成してあり、電流注入領域のアパーチャサイズを $3\mu\text{m}$ φ程度にして、発振しきい値を1mA以下にしている。

#### 【0034】

p-DBRミラー22側に共通電極20を形成し、基板1表面の電極パッド2の上にAuSnはんだ等で接着している。接着はAu同志の圧着でもよい。n側の電極25は、各素子に独立に電流注入できるように、n-DBRミラー24表面のGaAs基板(不図示)を除去して現れた表面上に形成している。この表面に絶縁膜26を形成して、光取り出し部31およびコンタクトホール32を形成し、基板1の表面に形成する配線9とのコンタクトを取るようにしている。なお、配線9は面発光レーザ5の側壁も介して段差配線するため、レーザ5の側壁およびp側の共通電極パッド2の上が絶縁膜26で覆われている必要がある。このような絶縁膜形成には、例えば旭化成製PIMELのような感光性ポリイミドが好適に用いられ、厚さは $1\mu\text{m}$ とした。

## 【 0 0 3 5 】

POF 1 6 は、図 2 のように端面が素子表面に突き当たる位置(この例では電極 2 5 上の配線 9)で固定される。従って、面発光レーザの結晶表面に直接当たることはなく、ダメージ等を与えることはない。

## 【 0 0 3 6 】

一方、面発光レーザから発生する熱は、電極パッド 2 を介して実装基板 1 に放熱するようにしている。そのため実装基板 1 の材質としては、AlN、または表面に  $\text{Al}_2\text{O}_3$  などの絶縁薄膜を形成した Si が好適に用いられる。

## 【 0 0 3 7 】

次に、図 3 を参照して本実施例に用いた薄膜型の面発光レーザの作製工程を説明する。ここでは簡単化のため 2 つの素子のアレイで説明する。

## 【 0 0 3 8 】

(a) において、n-GaAs 基板 3 0 上に、n-DBR ミラー 2 4、GaAs/ AlGaAs の 3 量子井戸から成る活性層を含み AlGaAs から成る 1 波長共振器層 2 3、p-DBR ミラー 2 2、p-GaAs コンタクト層(不図示)を有機金属気相成長法などにより結晶成長する。エアポスト 2 8 を  $\text{Cl}_2$  を用いた反応性エッチングにより形成し、すでに述べた選択酸化層 2 9 を水蒸気による酸化により形成する。その後、 $\text{SiN}_x$  膜 2 1 で絶縁膜を形成してポリイミド 2 7 で平坦化を行い、共通電極 2 0 を成膜する。共通電極 2 0 としては例えば Ti/Au を用いることができる。

## 【 0 0 3 9 】

(b) において、(a) で作製したウエハ上の素子を基板 3 0 の研磨で  $100\ \mu\text{m}$  程度にしてから適当な大きさに切り出し、実装基板 1 上に形成した電極パッド 2 の上に、Au-Au の圧着(超音波でアシストしてもよい)で、あるいは AuSn はんだで、接着を行う。このとき電極パッド 2 は Ti/Pt/Au から成り、最表面は Au となっている。

## 【 0 0 4 0 】

(c) において、GaAs 基板 3 0 を  $\text{H}_2\text{O}_2$  と  $\text{NH}_3$  の混合液を用いてエッチングし、n-DBR ミラー 2 4 の第 1 層である AlAs でエッチングがストップされる。その後、HCl によって AlAs を除去して現れた n-GaAs 層上に、独立電極 2 5 を形成する。独立

電極 2 5 には、例えば AuGe/Ni/Au を用いることができる。その後、コンタクトのために 3 8 0 °C 程度でアニールを行う。

#### 【 0 0 4 1 】

(d) において、感光性ポリイミドで電極コンタクトのためのホール 3 2 および光取り出し窓 3 1 を形成しながら、全体をポリイミド 2 6 でコーティングするようにする。配線 9 を Ti/Au など で リフトオフ法 等 で 形成 すれば、図 4 の 平面図 の ような 実装基板 1 上 に 薄膜型面発光レーザ 5 が 形成された状態となる。

#### 【 0 0 4 2 】

上記では、1つのチップについての作製工程について述べたが、実際には生産性の向上のためにウエハレベルの工程が必要になる。その様子を説明するものが図 5 である。面発光レーザが作製された GaAs ウエハ 5 0 から、必要な大きさのレーザチップ 5 1 (上記の実施例では 1 × 4 アレイ) を切り出し、表面に Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜および電極パッド 2 を必要な領域 5 4 に複数形成した Si ウエハ 5 2 に接着する。このとき、フリップチップボンダー装置でウエハ 5 2 上の必要な位置 5 4 にアライメントをしながら逐次ボンディングを行う。レーザの薄膜化プロセス、配線プロセスおよび厚膜レジスト 3 によるファイバガイド穴 4 の形成は、この状態で一括してホトリソグラフィおよびエッチング工程で行う。

#### 【 0 0 4 3 】

次に、レーザ駆動用の Si-IC 5 3 をフリップチップボンダーで逐次ボンディングする。最後に、破線 5 5 のように 1 つ 1 つのチップにダイシングすれば、一括して複数のチップが形成できる。

#### 【 0 0 4 4 】

なお、ここまでの例では、面発光レーザ 5 および光ファイバ 1 6 のアレイ数を 4 つとした例を示してきたが、もちろんこの数には限定はない。4 つ以上でもよいし、1 つの面発光レーザと 1 本の光ファイバのみとしたものでもよい。また、面型受光素子に適用することもできる。

#### 【 0 0 4 5 】

光実装体としては、送信側において面発光レーザだけが集積されたもの、受信側において面型受光素子のみが集積されたもの、あるいは送受信の両方を備えた



光実装体とするもののいずれでもよい。送信デバイス、受信デバイスが分かれている場合には一方向伝送となり、他方、送・受信デバイスが1つのモジュール内に収められていれば、双方向伝送が可能となる。

## 【 0 0 4 6 】

## (第2の実施例)

本発明の第2の実施例は、GaAs基板を除去した薄膜型の面発光レーザではなく、GaAs基板上に作製した通常の面発光レーザを用いた例に係わる。面発光レーザの断面構造は、プロセスを説明する図の図3(a)に示されるものとほぼ同じで、p側の電極の構造が光取り出し用の窓を設けたことと、素子間で電極分離するところが異なる。

## 【 0 0 4 7 】

図8に本実施例の斜視図を示す。面発光レーザ84の切り出しサイズが大きくなったこと、レーザ84とIC12の配線81をワイヤボンディングで行った以外は、図1の構成とほぼ同じであり、同一部分の説明は省略する。

## 【 0 0 4 8 】

GaAs基板上に作製された面発光レーザ84の表面には、絶縁膜上にp電極兼電気配線および電極パッドとなるTi/Au82が形成されている。そのp電極の発光点83に相当するところには光取り出し窓が形成されている。IC12と電氣的に接合している実装基板1上の電極パッド80とp電極82の間は、ワイヤボンディング81で配線されている。この配線はフレキシブル配線板などを用いてもよい。

## 【 0 0 4 9 】

ファイバガイド穴4を構成する厚膜レジスト3は、GaAs基板上で面発光レーザおよびp電極を形成してから、チップに切り出す前に一括して表面上に形成している。従って、面発光レーザ84のチップを実装基板1上に実装したあとのホトリソグラフィ等のプロセスはなく、一括リフロー（はんだの加熱）による表面実装およびワイヤボンディングなどによる配線があるだけである。

## 【 0 0 5 0 】

本実施例では、GaAsウエハからのチップ切り出しサイズが第1の実施例より大

きいため、レーザウエハから得られるレーザの個数すなわち収率が低減して実装体のコストが上昇する。また、カソードコモンとして駆動するために第 1 の実施例のようなアノードコモンタイプに比べて駆動の高速性に劣る。

## 【 0 0 5 1 】

しかし、本実施例における構造では、プロセス工程が少なくなつて作製コストの低減および歩留まりの向上が可能となるので、アレイ数が少なく 6 2 2 Mbps 程度の伝送の場合には適している。

## 【 0 0 5 2 】

## (第 3 の実施例)

本発明による第 3 の実施例では、厚膜レジストを 2 段構成にして、面発光レーザの出射面とファイバ端面との距離を規定するものである。図 6 を用いてこれを説明する。

## 【 0 0 5 3 】

ファイバガイド穴 6 3 を 2 層目の厚膜レジスト 6 1 で形成し、ファイバ 1 6 の径よりも細い  $300\mu\text{m}\phi$  の穴 6 2 を形成した厚膜レジスト 6 0 が 1 層目となっている。これは、第 1 の実施例と同様の厚膜レジストパターニング工程を 2 回繰り返すことで構成することができる。この場合、いずれのレジスト膜厚も  $200\mu\text{m}$  とした。これによって、ファイバ 1 6 をガイド穴 6 3 に突き当てて実装する場合に、レーザ素子等に衝突してダメージを与えることを緩和させることができる。また、ファイバ 1 6 との光結合にはレンズで集光させることが望ましいが、ボールレンズ等を 1 層目の厚膜レジスト 6 0 の穴に入れることでこれを達成できる。特に、受光素子とファイバ 1 6 との結合においては有効である。

## 【 0 0 5 4 】

また、この方法では、一層目の厚膜レジスト 6 0 の厚さを制御することで、自由にファイバ端面と面発光レーザ端面との距離を設定できる。

## 【 0 0 5 5 】

## (第 4 の実施例)

図 7 に本発明の第 4 の実施例の厚膜レジスト 7 0 のパターンの平面図を示す。ファイバを実装するガイド穴 7 2 の他に溝 7 1 を形成している。

## 【 0 0 5 6 】

この溝 7 1 を形成することで、厚膜レジスト 7 0 の現像時間を早める効果、下地とのストレスの緩和の効果、および固定用の接着剤の逃げとしての作用などがある。さらに、ファイバをガイド穴 7 2 に入れるときに嵌合しやすいという利点もある。

## 【 0 0 5 7 】

厚膜レジストを用いてファイバガイド穴を形成する方法の場合、このようにホトマスクのパターンを変えることで自由にパターン形状を設計できる。たとえば、ファイバ径の異なるもの (1 mm  $\phi$ 、500  $\mu$ m  $\phi$ 、250  $\mu$ m  $\phi$  など) を集積化させたり、ファイバ以外の矩形の導波路フィルム等を同様に嵌合するようなガイド溝を形成してここに導波路フィルム等を固定することもできる。

## 【 0 0 5 8 】

## (第 5 の実施例)

本発明による第 5 の実施例は、以上述べてきた光実装体をモジュール化してできた高速光配線装置に関するものである。

## 【 0 0 5 9 】

図 9 は、第 1、第 2、第 3 の実施例のような厚膜レジストによるガイド穴によって、面発光レーザや面型受光素子とファイバが固定された実装体を用いたコネクタモジュールを示している。図 9 (a) において、9 4 は 4 本のファイバを束ねたりボンファイバで、9 5 は POF、9 6 は POF 固定用治具、9 3 は全体をカバーして POF 9 5 の固定強度を強めるものである。また、9 2 は図 1 で示した実装基板 1 であるが、周辺回路も同時に形成してチップ抵抗やコンデンサも集積化している。更に、9 0 は接続用リード 9 1 を固定する台座であり、実装基板 9 2 の裏面と接着して、実装基板 9 2 の電極パッドとリード 9 1 のトップとをワイヤボンディングで接続している。ファイバ 9 5 と実装基板 9 2 との間の固定はワイヤボンディングを行ってから最後に行う。接続用リード 9 1 と実装基板 9 2 の接続は、実装基板 9 2 にスルーホールを形成してフリップチップ実装で行ってもよい。

## 【 0 0 6 0 】

一方、図9（b）、（c）には、このコネクタモジュールと回路基板97との実装形態を示す。（b）において、基板97上に、ソケット98をリード102とはんだ10で固定しており、コネクタモジュールの接続リード91とソケット98の板ばね99とで接触が得られるようになっており、脱着可能である。（c）においては、接続リード91を、直接、回路基板97にはんだ付け（103）するものである。

## 【0061】

このような構成にすることで、高速信号の伝送をボード間で行う場合の光配線装置を提供することができる。1chあたり1Gbpsを越えるような場合や、電磁放射ノイズが問題になるような場合に有効となる。

## 【0062】

図9（c）では回路基板97に固定することになるが、実装基板92とファイバ固定治具93との間を接着せず、厚膜レジスト100のガイド穴のところで脱着可能にしてもよい。その場合、ファイバ固定治具93の外枠にツメなどを設けて脱着可能な機械機構を形成すればよい。尚、101はカバーである。

## 【0063】

## （第6の実施例）

本発明による第6の実施例は、第5の実施例のように光実装体の集積された光送受信モジュールを直接マザーボードに装着するのではなく、図10に示すように電気コネクタ110内に収めて、電気接続リード111を介してPCやモニタ、プリンタ、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラなどの電子機器のインターフェース部と脱着が可能ないようにしている。この電気コネクタ110は必要な機器の規格に応じて作製することができる。例えば、PCと液晶モニタを接続するためのデジタルモニタインターフェースの規格に合わせて26ピンのMDRコネクタにしたり、IEEE1394やUSBなどの規格に合わせることも可能である。また、デジタル複写器のスキヤナ部と感光部との内部接続などにも適用できる。これらの電子機器間の接続に本発明の光配線装置を用いることで、1チャンネルあたり1Gbpsから2.5Gbps程度で4～5チャンネルの信号伝送が50m以上可能となる。こうして、電気ケーブルでは限界のある高速映像伝送に代わって使用することがで

きる。また、光接続であるので伝送線路から発生する電磁放射ノイズがなく、特に高速デジタル伝送でのノイズ対策の軽減につなげられる。

【 0 0 6 4 】

【発明の効果】

本発明によって以下のような効果が期待される。

光ファイバなどの光導波体と光素子のアライメント精度を向上させ、光ファイバなどの光導波体の固定作業も容易にして、生産性を向上させることができる。また、面型光素子を薄膜化することで光ファイバなどの光導波体との光結合をレンズレスで行う際の実装の容易性、設計の自由度を向上させることができる。

【 0 0 6 5 】

さらに、このような実装するための構造体を量産できる作製方法を提供することで、低コスト化が可能な光実装体およびこれを用いた光配線装置を実現できる。従って、高速デジタル信号を扱う電子機器内のボード間、あるいは電子機器同志の信号接続において、電気接続では限界のある領域、すなわち 5 0 μm 以上で 2 . 5 Gbps 程度の信号伝送が可能となり、大容量の映像伝送などを容易に、特別な電磁ノイズ対策などもなしに行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による第 1 実施例の面型光素子実装体を説明する斜視図である。

【図 2】

本発明による第 1 実施例における面型光素子実装体の断面図である。

【図 3】

本発明による面型光素子の作製方法を説明する断面図である。

【図 4】

本発明による面型光素子実装体の配線を説明する平面図である。

【図 5】

本発明による面型光素子実装体の作製方法を説明する斜視図である。

【図 6】

本発明による第 3 実施例の面型光素子実装体の断面図である。

【図 7】

本発明による第4実施例のガイド穴形状の平面図である。

【図 8】

本発明による第2実施例の面型光素子実装体を説明する斜視図である。

【図 9】

本発明による光接続モジュールを説明する図である。

【図 1 0】

本発明による光配線装置を示す斜視図である。

【図 1 1】

従来の面型光素子と光ファイバの結合を説明する断面図である。

【図 1 2】

従来の面型光素子と光ファイバの結合を説明する断面図である。

【図 1 3】

従来の面型光素子と光ファイバの結合を説明する図である。

【符号の説明】

- 1 …実装基板
- 2、8 0 …電極パッド
- 3、6 0、6 1、7 0、1 0 0 …厚膜レジスト
- 4、6 3、7 2、1 2 0 9 …ファイバガイド穴
- 5、8 4 …面型光素子
- 6、3 1、6 2、8 3 …光透過窓
- 8 …素子分離溝
- 9、1 0、1 3 …電気配線
- 1 2、5 3 …Si-IC
- 1 4、1 5、2 0 1 4 …ファイバ固定治具
- 1 6、9 5、1 2 1 0、1 0 3 7、2 0 1 6 …光ファイバ
- 1 7、1 2 1 1 …接着剤
- 2 0、2 5、1 0 3 3、1 0 3 5 …電極
- 2 1、2 6、1 2 0 8 …絶縁膜

2 2、2 4、1 0 2 3、1 0 2 7 … DBRミラー

2 3 … 活性層および共振器層

2 7 … 埋め込み層

2 8 … エアポスト

2 9 … 選択酸化 $\text{Al}_x\text{O}_y$ 層

3 0、1 0 2 1 … 基板

3 2 … コンタクトホール

5 0 … レーザウエハ

5 1 … レーザチップ

5 2 … 実装用ウエハ

5 4 … 実装領域

5 5 … ダイシングする切り取り線

7 1 … 溝

8 1 … ワイヤ

9 0 … 接続リード固定用台座

9 1、1 1 1 … 接続リード

9 2 … 光実装体

9 3、9 6 … ファイバ固定治具

9 4 … ファイバアレイ

9 7 … 回路基板

9 8 … ソケット

9 9 … 板ばね

1 0 1 … カバー

1 0 2 … 接続ピン

1 0 3 … はんだ

1 1 0 … 電気コネクタ

1 0 2 2 … 光吸収層

1 0 2 4、1 0 2 6 … クラッド層

1 0 2 5 … 活性層

1028…コンタクト層

1032… $\text{SiO}_2$

1036…反射防止膜

1201…電子回路基板

1202…発光チップ

1203、2018…面発光レーザ

1204…トランジスタ

1205、1206、1207…トランジスタ電極

2012…モジュール基板

2022、2023…突起

2024…ファイバ挿入孔

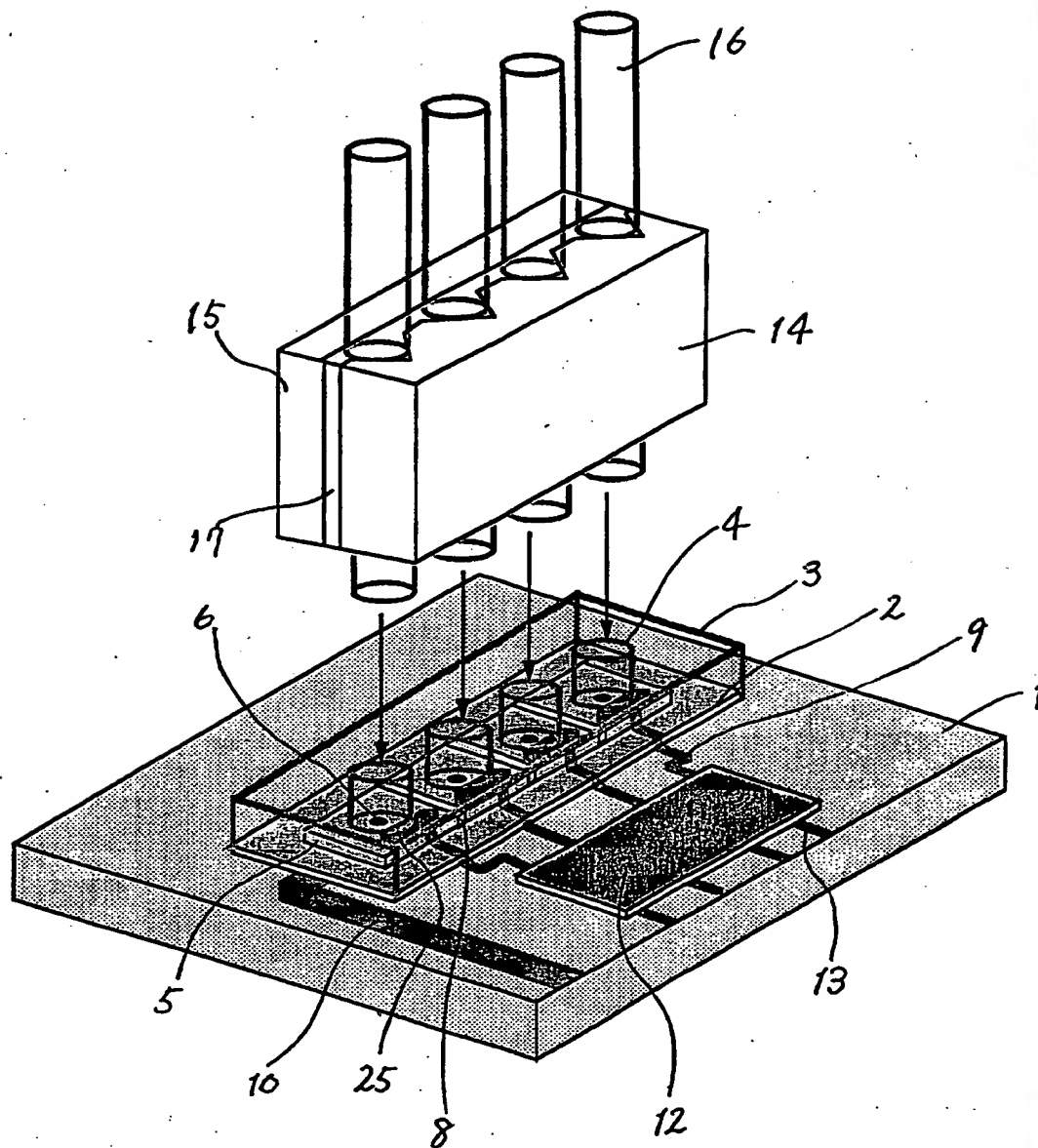
2026、2027…ガイド孔



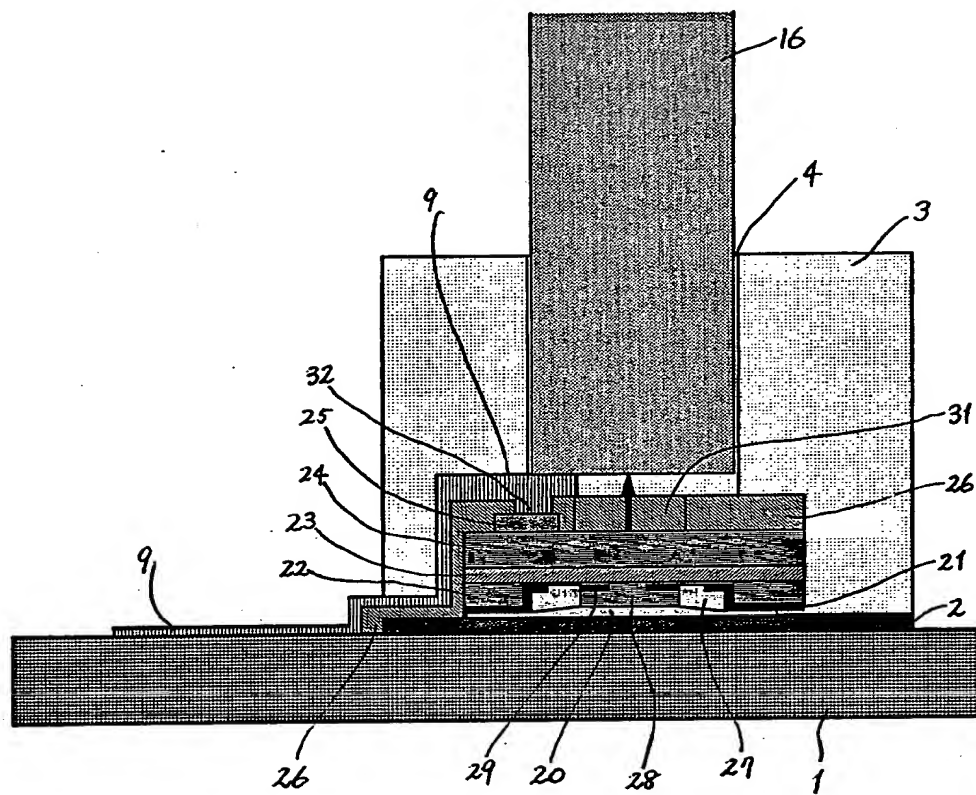
【書類名】

図面

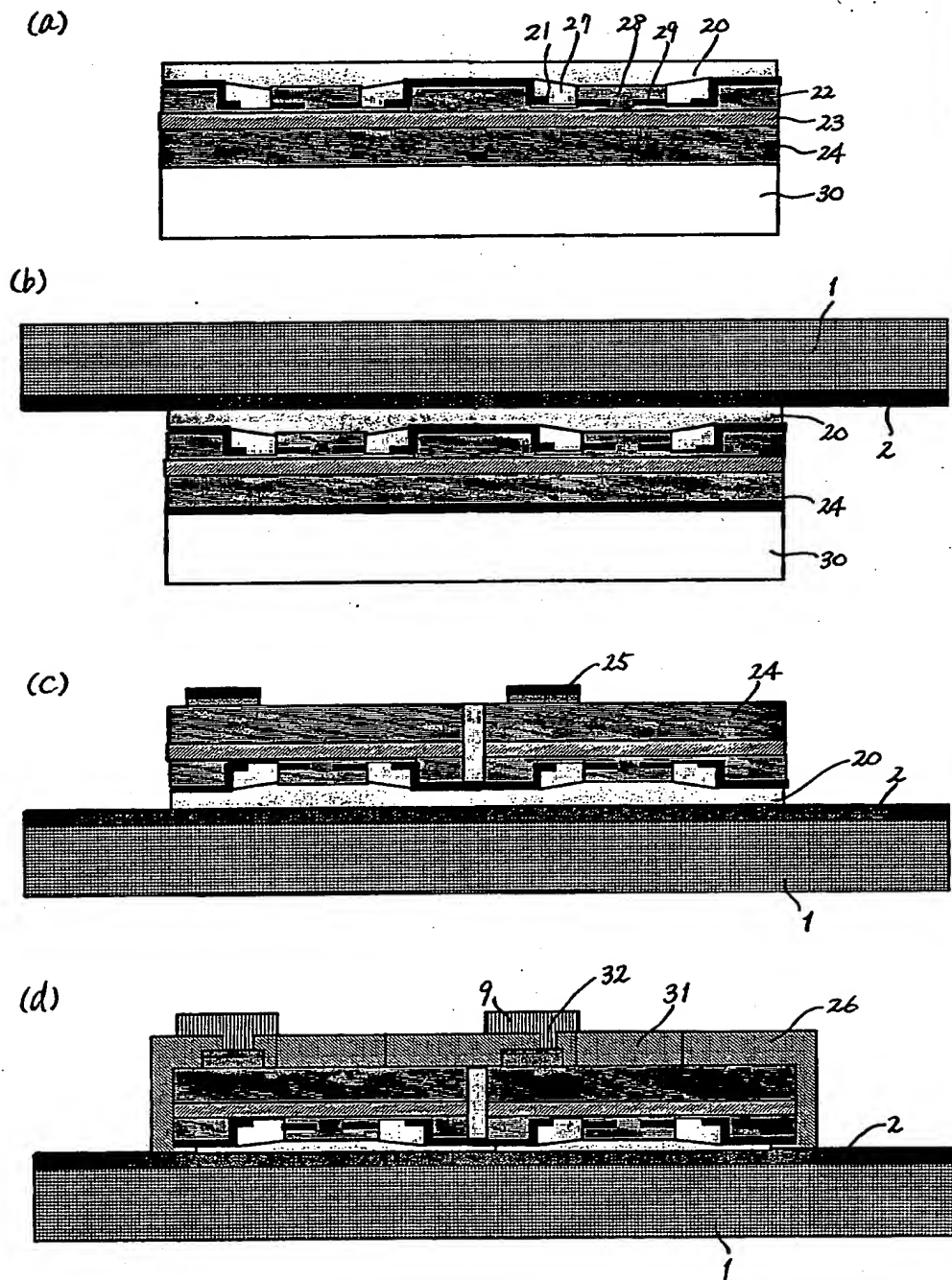
【図 1】



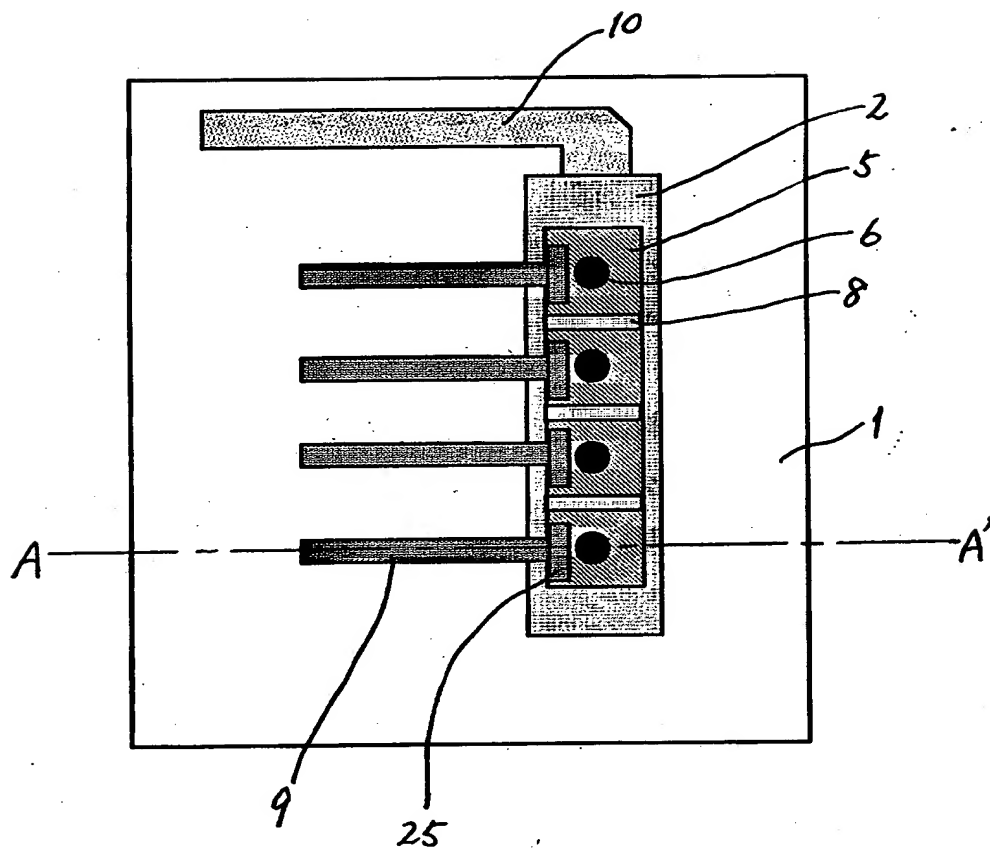
【図 2】



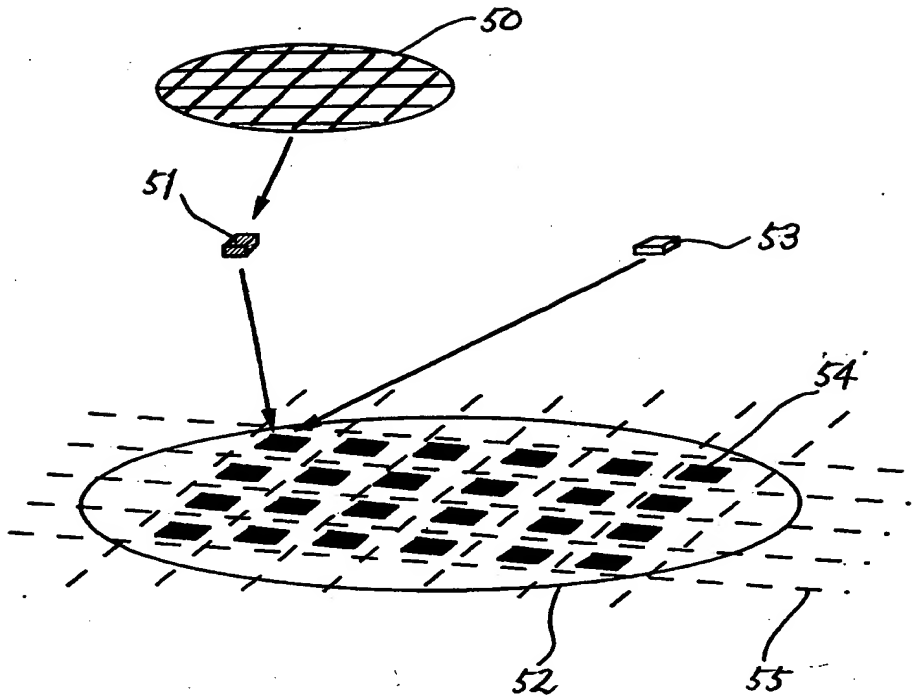
【図 3】



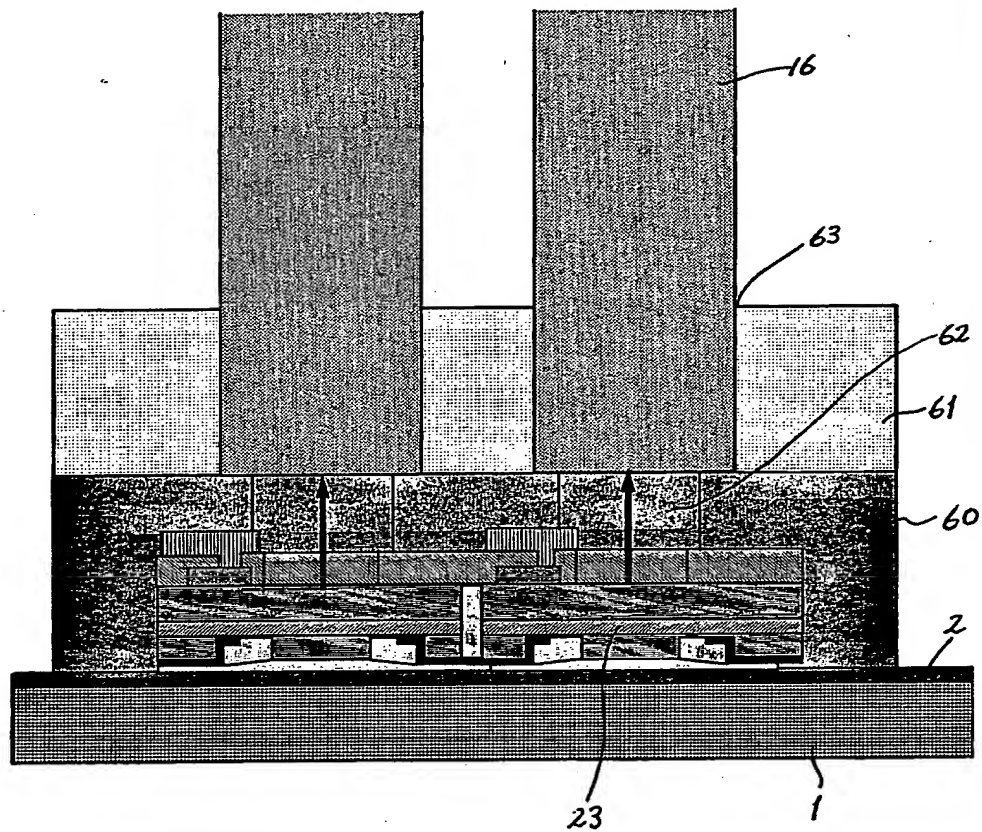
【図4】



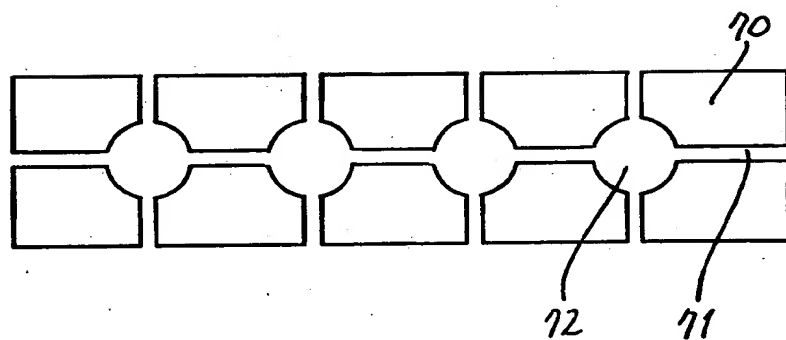
【図5】



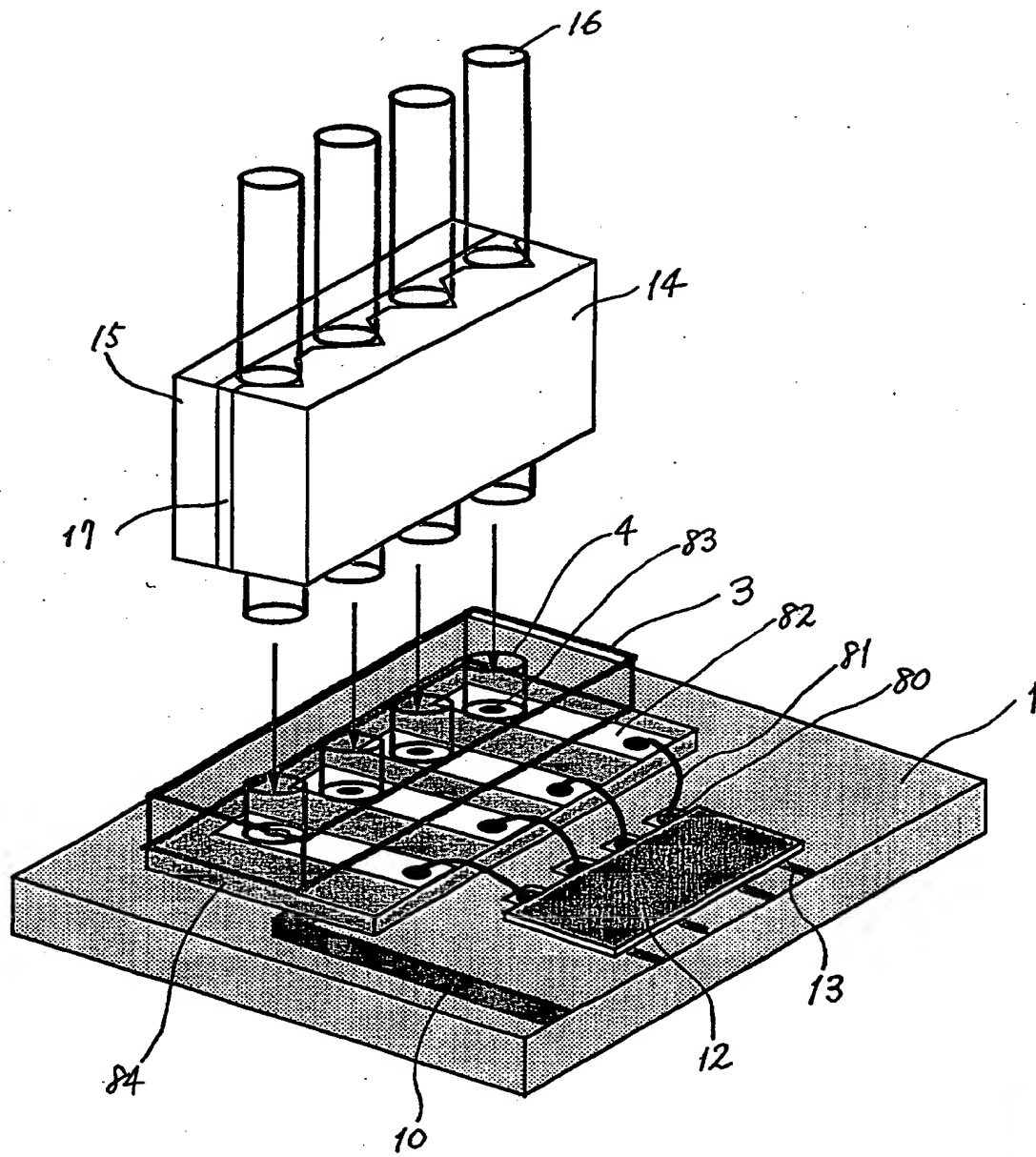
【図6】



【図 7】

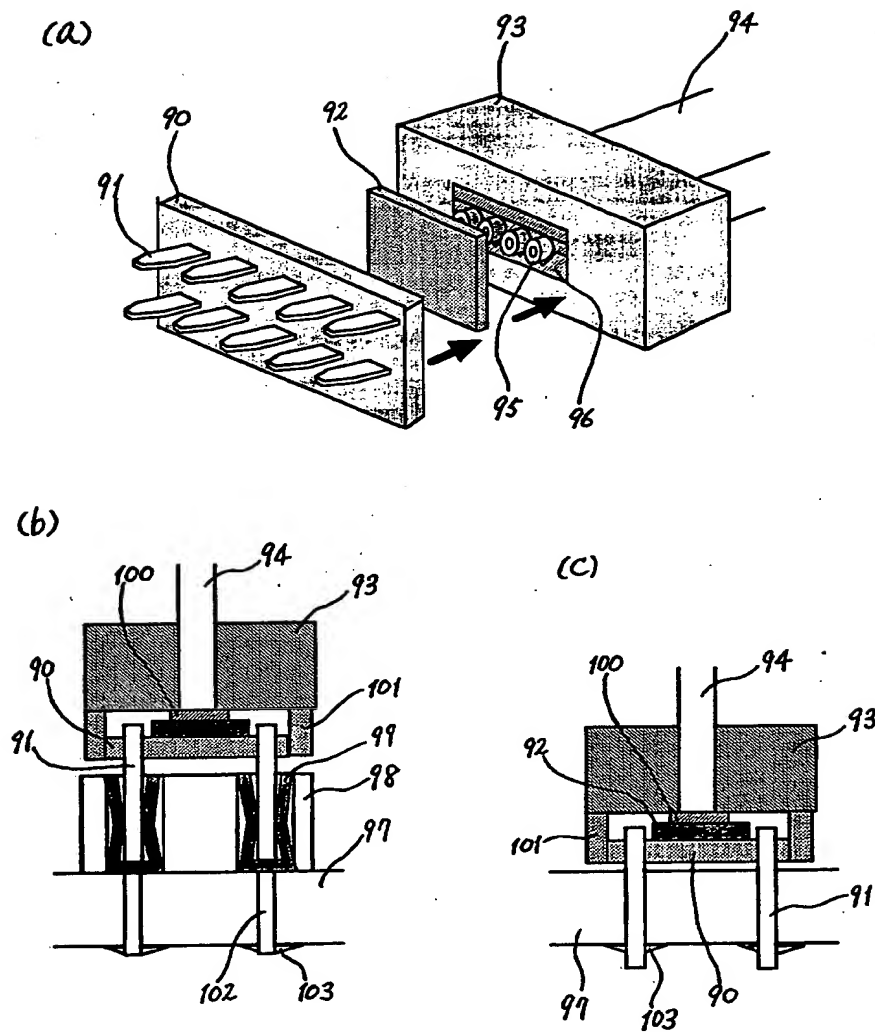


【図 8】

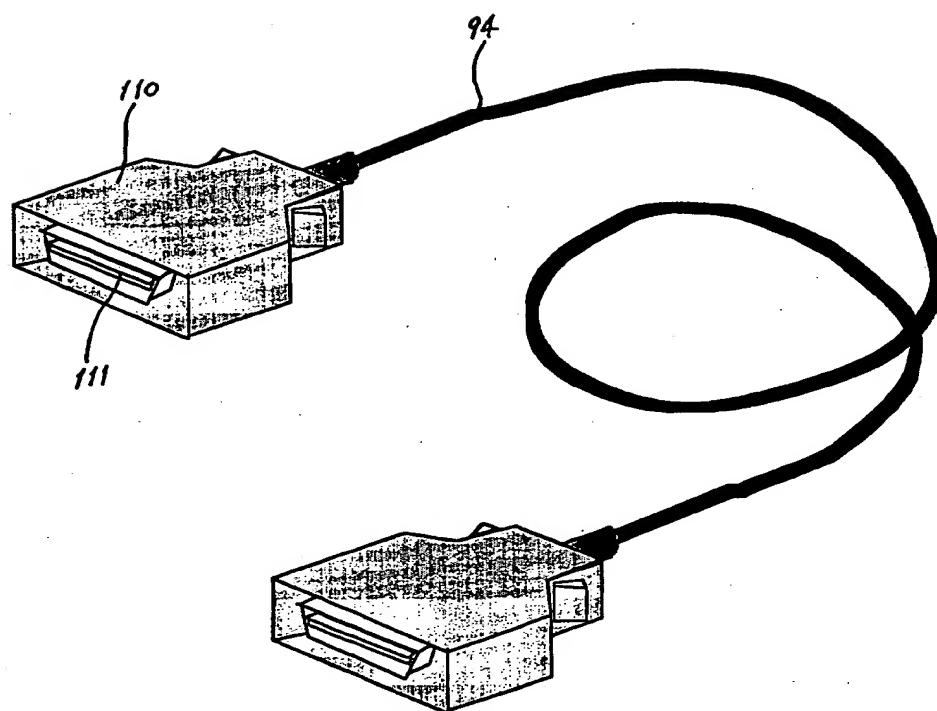




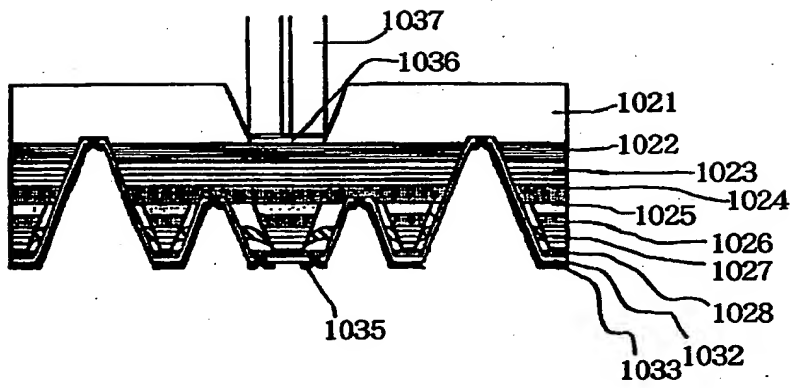
【図9】



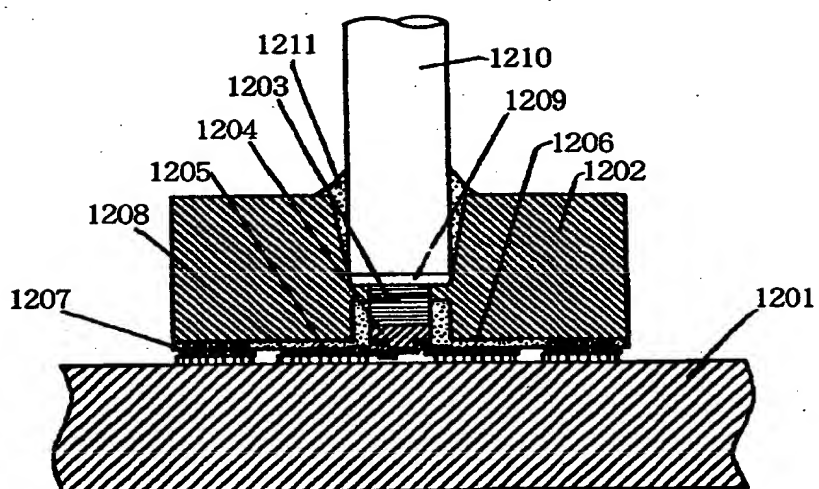
【図10】



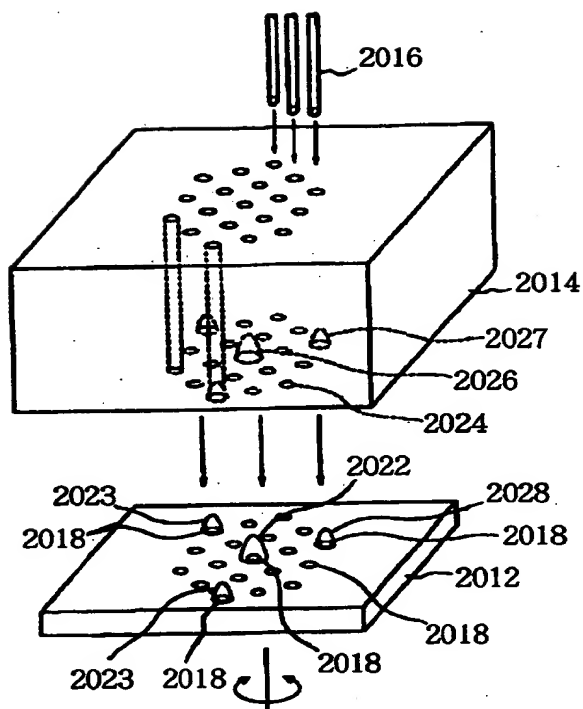
【図 11】



【図12】



【図 13】



【書類名】                      要約書

【要約】

【課題】 部品点数の増加やプロセス制御性の向上を必要とせずに、光導波体と面型光素子のアライメント精度を向上させ、光導波体の固定作業も容易にして生産性を向上させ、低コスト化を図る面型光素子である。

【解決手段】 面型光素子 5 の表面に、面型光素子 5 との光結合が可能なように光導波体 1 6 を差し込んで固定するためのガイド穴 4 が形成される。ガイド穴 4 は、光感光性あるいは電子ビーム硬化性を持ちホトリソグラフィでパターンニングすることで選択的に硬化が可能な厚膜材料 3 で形成してある。

【選択図】                      図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
氏 名 キヤノン株式会社